

## II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

12-16 сентября 2012 года, г. Симферополь, Украина



## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Симферополь, 2012

- науч. тр. [«Системы контроля и окружающей среды – 2010»]. Вып. 13. – Севастополь: МГИ НАНУ, 2010. – С. 231–237.
18. Рябушко Л.И. Микроводоросли планктона и бентоса Азовского моря (Чек-лист, синонимика, комментарий) / Л.И. Рябушко, А.В. Бондаренко. – ИнБЮМ НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – 211 с.
  19. Сеничева М.И. Видовое разнообразие, сезонная и межгодовая изменчивость микроводорослей в планктоне у берегов Крыма. – С. 5–18 / М.И. Сеничева // Микроводоросли Чёрного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования: НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 454 с.

УДК 581.526.325(262.5)

## ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

Стельмах Л. В., Мансурова И. М.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

По современным оценкам, в планктоне Черного моря насчитывают более 700 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей [1]. Основную численность и биомассу черноморского фитопланктона создают диатомовые (Bacillariophyta) и динофитовые (Dinophyta) водоросли. Соотношение между этими таксономическими группами претерпевает регулярную временную и пространственную изменчивость. Последняя обусловлена комплексным действием абиотических факторов среды и биотическими взаимодействиями в планктоне.

При изменении параметров среды, и прежде всего, таких как свет, температура, количество питательных веществ, а также изменении скорости выедания фитопланктона зоопланктоном происходит перестройка таксономической и размерной структуры фитопланктона, изменяется количество видов в пределах каждого таксона. В условиях комплексного действия факторов среды на водоросли трудно оценить роль каждого из них отдельно. В качестве основы для определения количественных связей между основными структурно-функциональными показателями фитопланктона и факторами среды могут служить эксперименты на культурах отдельных видов водорослей, представленных в массовом количестве в планктоне Черного моря.

Одним из основных факторов среды, оказывающим влияние на структурно-функциональные характеристики водорослей, является свет. Оптимальные световые условия, необходимые для роста диатомовых и динофитовых видов водорослей, неодинаковы. В экспериментах на культурах микроводорослей, выделенных из планктона Черного моря, получено, что при достаточном количестве питательных веществ в среде и температуре 18–22 °С начало светового насыщения роста у диатомовых видов наблюдается при интенсивностях света, находящихся, как правило, в диапазоне от 40 до 160 мкЭ×м<sup>-2</sup>×сек<sup>-1</sup> [7]. У динофитовых этот параметр в 2–3 раза ниже [2], что позволяет этим водорослям достигать максимальных значений скорости

роста при сравнительно низких интенсивностях света.

Показано, что максимальная удельная скорость роста у диатомовых водорослей связана степенной зависимостью с объемом их клеток [7, 5]. По мере увеличения объема удельная скорость роста снижалась. У таких видов водорослей, как *Chaetoceros socialis* Laud. и *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., объем клеток которых составлял 600 – 800 мкм<sup>3</sup>, удельная скорость роста при оптимальных условиях достигала 2.2–2.75 сутки<sup>-1</sup>. У самых крупных представителей данной таксономической группы, таких как *Coscinodiscus granii* Gough и *Ditylum brightwellii* (West) Grun., объем клеток составлял более 100000 мкм<sup>3</sup>. В результате максимальная удельная скорость роста у них не превышала 1.2–1.4 сутки<sup>-1</sup>.

У динофитовых видов водорослей примерно в таком же размерном диапазоне максимальная удельная скорость роста была в 2–3 раза ниже. Поэтому «цветения» воды в Черном море обусловлены чаще всего интенсивным развитием диатомовых водорослей. Как показали наши исследования [4], именно эти водоросли вызывают регулярные «цветения» в конце зимы, весной и в осенний период в прибрежных водах Черного моря в районе Севастополя.

Различия в ростовых характеристиках между двумя основными таксономическими группами обусловлены, прежде всего, неодинаковым удельным содержанием хлорофилла *a* в клетках этих водорослей и различиями в величинах скорости фотосинтеза. Так, удельное содержание хлорофилла *a* в условиях максимального роста у динофитовых водорослей составляет 0.3–0.5 % от органического углерода, у диатомовых видов этот показатель приблизительно в 2–3 раза выше [3]. Как показали наши исследования, скорость фотосинтеза, нормированная на хлорофилл *a*, у ряда динофитовых водорослей в условиях их максимального роста находилась в диапазоне от 1.8 до 4.6 мг С × мг хл *a*<sup>-1</sup> × час<sup>-1</sup>. У диатомовых

видов водорослей этот показатель обычно в 2–3 раза выше [7].

Известно, что для роста водорослей необходимы такие основные биогенные элементы как азот и фосфор. В оптимальных условиях, когда водоросли не испытывают недостаток этих элементов, молярное отношение C:N:P в клетках близко к 106:16:1 [8]. Оптимальное отношение в водорослях достигается, прежде всего, за счет высоких концентраций биогенных веществ в воде. При их недостатке происходит перестройка фитопланктонного сообщества, в котором увеличивается доля мелких клеток. По мере снижения объема клеток микроводорослей скорость поглощения биогенных элементов возрастает, а константа полунасыщения, определенная по скорости поглощения, снижается [9]. В результате даже при низком содержании биогенных веществ в воде водоросли способны достигать их оптимального соотношения в клетке. Вполне закономерно, что в условиях дефицита биогенных веществ в фитопланктоне Черного моря отмечено снижение средневзвешенного объема клеток [6].

Отличительной особенностью диатомовых водорослей является наличие в структуре клетки кремниевого панциря. Поэтому при недостатке кремния в среде и соответственно в клетках диатомовых водорослей их рост замедляется, что ведет к снижению биомассы этой группы водорослей [11]. Например, исследования, выполненные нами в западной части Черного моря в осенний период 2010 г. на завершающей стадии развития диатомовых водорослей, показали, что при снижении содержания кремния в воде их доля в суммарной биомассе фитопланктона снижалась [6].

Рост микроводорослей в море осуществляется, прежде всего, в результате процесса фотосинтеза. Для диатомовых водорослей автотрофный тип питания является основным. Особенностью динофитовых видов является их способность к гетеротрофному питанию одновременно с фотосинтезом. В экспериментах на культурах показано, что они могут потреблять разные виды водорослей, включая диатомовые [10]. Очевидно, это делает динофитовые водоросли более конкурентноспособными по сравнению с диатомовыми видами в условиях недостатка света и минеральных веществ.

Регулирующее влияние на численность, биомассу фитопланктона, его размерную и видовую структуру могут оказывать не только абиотические факторы, но и биотические. Среди последних следует отметить так называемые аллелопатические взаимоотношения между различными видами водорослей, которые выражаются в стимуляции или ингибировании роста одних видов водорослей другими за счет биохимического воздействия. Показано, что некоторые виды диатомовых водорослей могут как стимулировать, так и подавлять рост дино-

фитовых. С другой стороны, некоторые виды динофитовых водорослей могут воздействовать на диатомовые виды [12].

Существенное влияние на пространственно-временную динамику фитопланктона в море оказывает процесс его потребления микро- и мезопланктоном. Нами показано, что в прибрежных водах Черного моря максимальное развитие фитопланктона наблюдается в те периоды, когда удельная скорость роста водорослей превышает их потребление микрзоопланктоном [5]. Причем, в процессе выедания не все виды водорослей являются предпочтительной пищей для зоопланктона. Например, по нашим данным, в осенний период в западной части Черного моря удельная скорость потребления фитопланктона микрзоопланктоном снижалась по мере увеличения доли крупной диатомовой водоросли *Pseudosolenia calcar-avis* (M. Schultze) Sundström в суммарной биомассе фитопланктона [13]. Низкая удельная скорость потребления водорослей микрзоопланктоном отмечена нами также в период интенсивного осеннего развития кокколитофориды *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay & Mohler в прибрежных водах западной части Черного моря [6]. Этот вид не является предпочтительной пищей и для копепод. Вероятно, слабое потребление данной кокколитофориды зоопланктоном есть одной из причин ее высокой численности и биомассы в Черном море в отдельные периоды.

В последние двадцать лет на обширных акваториях различных районов Мирового океана периодически регистрируется массовое развитие *E. huxleyi*. В Черном море этот вид водорослей достигает уровня «цветения» в разные сезоны года. Однако причины, вызывающие это явление, до настоящего времени окончательно не выяснены. Считается, что этот вид, обладая малыми линейными размерами (6–11 мкм), может достигать максимального роста даже при очень низких концентрациях биогенных веществ в среде. Кроме того, исследования, выполненные на культуре *E. huxleyi*, показали наличие у этого вида ферментов, способных трансформировать органические вещества в минеральные. Способность *E. huxleyi* к миксотрофному питанию подтверждается ослаблением или полным отсутствием люминесценции ее клеток, а также результатами экспериментов по стимулированию роста культуры данного вида экстрактами из клеток *Chaetoceros curvisetus* Cl. и *C. socialis*, играющих определяющую роль в развитии «цветений» в Севастопольской бухте [4].

Таким образом, биологическое разнообразие фитопланктона Черного моря связано, прежде всего, с различиями между основными структурно-функциональными характеристиками микроводорослей, а также с различным характером биотических взаимоотношений в планктоне.

## Список источников

1. Георгиева Л. В. Видовой состав и динамика фитоценоза / Л. В. Георгиева // Планктон Черного моря [отв. ред. А. В. Ковалев, З. З. Финенко]. – К.: Наук. Думка, 1993. – С. 31–55.
2. Мансурова И. М. Зависимость удельной скорости роста от интенсивности света в культурах динофитовых водорослей Черного моря / И. М. Мансурова // Системы контроля окружающей среды (сб. науч. тр.). – Севастополь, 2011. – Вып. 16. – С. 283–286.
3. Стельмах Л. В. Суточные изменения относительного содержания хлорофилла *a* в культурах морских планктонных водорослей / Л. В. Стельмах // Экол. моря. – 1982. – Вып. 11. – С. 68–72.
4. Стельмах Л. В. Эколого-физиологические основы «цветения» воды, вызываемого *Emiliania huxleyi* в Севастопольской бухте / Л. В. Стельмах, М. И. Сеничева, И. И. Бабич // Экология моря. – 2009. – Вып. 77. – С. 28–32.
5. Стельмах Л. В. Использование переменной флуоресценции *in vivo* для оценки функционального состояния фитопланктона / Л. В. Стельмах, А. И. Акимов, Е. А. Куфтаркова, И. И. Бабич, А. Б. Кожемяка // Системы контроля окружающей среды (сб. науч. тр.). – Севастополь, 2010. – Вып. 13. – С. 263–268.
6. Стельмах Л. В. Структурно-функциональные характеристики фитопланктона прибрежных вод западной части Черного моря в осенний период / Л. В. Стельмах, Е. А. Куфтаркова, И. И. Бабич // Системы контроля окружающей среды (сб. науч. тр.). – Севастополь, 2011. – Вып. 16. – С. 273–282.
7. Финенко З. З. Эколого-физиологические основы первичной продукции в море: автореферат дис. на соискание науч. степени докт. биол. наук / З. З. Финенко; Ин-т биол. южных морей НАН Украины. – Севастополь, 1976. – 46 с.
8. Geider R. J. Redfield revisited: variability of C : N : P in marine microalgae and its biochemical basis / R. J. Geider, J. La Roche // Eur. J. Phycol. – 2002. – Vol. 37. – P. 1–17.
9. Hein M. Size dependent nitrogen uptake in micro- and macroalgae / M. Hein, M. F. Pedersen, K. Sand-Jensen // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1995. – Vol. 118. – P. 247–253.
10. Legrand K. Induced phagotrophy in the photosynthetic dinoflagellate *Heterocapsa triquetra* / K. Legrand, E. Graneli, P. Carlsson // Aquat. Microb. Ecol. – 1998. – Vol. 15. – P. 65–75.
11. Martin-Jezequel V., Hildebrand M., Brzezinski M. A. / V. Martin-Jezequel, M. Hildebrand, M. A. Brzezinski // J. Phycol. – 2000. – Vol. 36. – P. 821–840.
12. Smayda T.J. Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea / T. J. Smayda // Limnol. Oceanogr. – 1997. – Vol. 42. – P. 1137–1153.
13. Stelmakh L. V., Babich I. I., Tugrul S., Moncheva S., Stefanova K. Phytoplankton growth rate and zooplankton grazing in the western part of the Black Sea in the autumn period / L. V. Stelmakh, I. I. Babich, S. Tugrul, S. Moncheva, K. Stefanova // Oceanology. – 2009. – Vol. 49. – P. 83–92.

УДК 574.5

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА КЕНОН (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Ташлыкова Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

Бессточное озеро Кенон является одним из самых крупных водоемов в верхней части бассейна реки Амур. Озеро и его водосборный бассейн расположены в западной и северо-западной части г. Читы в междуречье рек Ингода и Чита (рис. 1).

Общая площадь озера Кенон 16 км, площадь водосборного бассейна – 227 км. Длина озера – 5,7 км, ширина – 2,8 км. Наибольшая глубина – 6,8 м, средняя – 4,4 м [1]. Озеро Кенон находится в черте города Чита. Его окружают жилые застройки, автотрассы, многие промышленные предприятия (нефтебаза и пр.), по берегу проходит Транссибирская железнодорожная магистраль, расположены сельхозугодия. С 1965

г. озеро используется Читинской ГРЭС (ныне ТЭЦ-1) в качестве водоема-охладителя. Оно также служит местом отдыха горожан и используется для любительского лова рыбы.

Отбор проб фитопланктона в оз. Кенон проводился в июне, августе и сентябре 2010 г. на трех станциях: в районе ТЭЦ-1 (точка ТЭЦ), в центре (точка Центр), в районе Читинской нефтебазы (точка Нефтебаза) и осуществлялся с поверхностного и придонного горизонтов, в некоторых случаях с глубины прозрачности. Всего за период исследования было собрано и обработано 43 количественные пробы.

Сбор материала осуществляли по общепринятым методикам [2, 3]. Экология и геогра-